

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
(11) **DE 4004909 C1**

(51) Int. Cl. 5:  
**G 02 B 6/255**  
G 01 M 11/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:  
ANT Nachrichtentechnik GmbH, 7150 Backnang, DE

(72) Erfinder:  
Feilhauer, Helmut, Dipl.-Ing., 7068 Urbach, DE;  
Bühner, Martin, Dipl.-Ing. (FH), 7160 Gaildorf, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 29 862 C1  
EP 94 125 B1  
EP 2 37 426  
EP 2 15 145

(54) Spleißverfahren und Spleißgerät

Es ist bekannt, Lichtwellenleiterspleiße mittels Lichtbogen schweißens herzustellen. Die Kerne der zu verspleißen den Lichtwellenleiter werden zur Justage und zum Beurteilen der Spleißqualität mit einem Kamerasytem beobachtet. Zum Beurteilen der Spleißqualität ist ein Beobachten während des Spleißvorgangs notwendig. Erfindungsgemäß findet eine Auswertung der mit dem Kamerasytem gemachten Bilder während des Spleißvorgangs statt und die Ergebnisse der Auswertung steuern den weiteren Spleißvorgang. Lichtwellenleiter-Spleißverbindungen.

DE 4004909 C1

DE 4004909 C1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Spleißverfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Spleißgerät nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 6.

Zur Herstellung von nicht lösbarer Lichtwellenleiter-Verbindungen ist es bekannt, Klebeverfahren, Klemmverfahren oder Lichtbogenverschweißung anzuwenden. Für alle Verfahren ist es notwendig, die zu verspleißenden Lichtwellenleiterenden genau aufeinander auszurichten. Die Justage kann mit optischen Mitteln beobachtet oder durch Messung des durch die Lichtwellenleiter-Verbindungen durchgehenden Lichts überwacht werden. Bei Beobachtung mit optischen Mitteln kann die Justage bezüglich des Manteldurchmessers der Lichtwellenleiter geschehen. Dann entstehen jedoch Zusatzverluste durch Außendurchmesserschwankungen und Lagetoleranzen zwischen Kern und Mantel. Bei höheren Ansprüchen an die maximal zulässige Dämpfung des Lichtwellenleiter-Spleißes, beispielsweise bei Monomode-Lichtwellenleitern, muß eine Kern-Kern-Ausrichtung durchgeführt werden. Hierzu muß zunächst der Kern sichtbar gemacht werden, was durch Ausleuchtung mit sichtbarem, infrarotem oder ultraviolettem Licht geschehen kann.

Aus der EP 94 125 B1 ist es bekannt, den zu positionierenden Lichtwellenleiter mit ultraviolettem Licht zu bestrahlen und den Kern im durch Fluoreszenz erzeugten sichtbaren Licht zu beobachten. Auch aus der EP 1 86 819 B1 und aus der EP 2 80 562 A2 ist es bekannt, die Kerne der zu positionierenden Lichtwellenleiter zu beobachten.

Aus der EP 2 15 145 A1 ist ein Spleißverfahren für Monomodelichtwellenleiter bekannt. Zum Justieren der Kerne der Lichtwellenleiter werden diese von zwei Lichtquellen beleuchtet und können mit einem Mikroskop mit Kamerasystem und Bildschirm beobachtet werden. Die aufgezeichneten Bilder werden ausgewertet und die Position der Lichtwellenleiterenden wird mittels der Ergebnisse der Auswertung gesteuert. Die Beobachtung mit dem Kamerasystem erfolgt vor dem Spleißvorgang. Ist die Justierung abgeschlossen wird gespleißt. Aus der EP 2 37 426 A1 ist ebenfalls ein Verfahren bekannt, mit dem zwei Lichtwellenleiter aufeinander einjustiert werden können. Auch hier findet eine Beleuchtung statt und ein Kamerasystem nimmt Bilder der Lichtwellenleiterenden auf, die dann ausgewertet werden und zur Steuerung von Justiereinheiten dienen.

Aus der DE 34 29 862 C1 ist ein Verfahren zum Verschweißen zweier Lichtleitfasern bekannt, mit dem eine verbesserte Spleißverbindung geschaffen werden soll. Dies soll dadurch erreicht werden, daß während des Schweißvorganges Licht von einem Sender durch die beiden Lichtleitfasern zu einem Empfänger geleitet wird und daß ein Manipulator, der die Lichtleitfasern in ihre Lage verfahren kann, bis zur Erhärtung der Schweißstelle zu solchen Regelbewegungen veranlaßt wird, daß die durch die Lichtleitfasern geleitete Lichtmenge ein Maximum erreicht. Dieses Verfahren ist dann nicht anwendbar, wenn es nicht möglich ist Licht in die Lichtwellenleiter einzubringen.

Aus einem Firmenprospekt von Ericsson Cables AB "Ericsson Fiber Splicing System FSS 900" von 1988 ist ein Spleißverfahren bekannt, bei dem zunächst eine grobe Justage der Lichtwellenleiter durchgeführt wird. Dann wird durch einen schwachen Lichtbogen Schmutz auf den Lichtwellenleiterenden verbrannt, dann die Qualität der Lichtwellenleiterenden überprüft, danach

eine Feinjustierung, die Lichtbogenverschweißung und eine Analyse der Spleißqualität durchgeführt. Während der Lichtbogenverschweißung werden Video-Bilder von der kritischen Spleißzone aufgenommen, um die 5 Lichtwellenleiter zu beobachten, während der Lichtbogen an ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, diesen Stand der Technik weiterzuentwickeln.

Die Aufgabe wird gelöst durch das Spleißverfahren nach Patentanspruch 1 und das Spleißgerät nach Patentanspruch 6.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch den von Ericsson bekannten Stand der Technik ist es möglich, die Qualität von Spleißen besser zu beurteilen. Die Analysemöglichkeiten werden verfeinert und ein Spleiß kann als den Qualitätsanforderungen genügend oder nicht genügend beurteilt werden. Das Ergebnis der Qualitätsanalyse erhält man, wenn der Spleiß fertig ist. Ist die Dämpfung zu groß, also die Qualität schlecht, so muß ein neuer Spleiß angefertigt werden.

Im Gegensatz dazu ist es mit dem erfundungsgemäßen Spleißverfahren bzw. Spleißgerät möglich, direkt Einfluß auf den Spleißvorgang zu nehmen. Die Spleißkontrolle wird während des Spleißvorgangs durchgeführt. Es werden während des Spleißvorgangs, also während der Lichtbogen brennt, mit einem Kamerasystem Bilder aufgenommen, die auch während des Spleißvorgangs ausgewertet werden und eine Steuerung des Spleißvorgangs ermöglichen. Durch dieses erfundungsgemäße Verfahren wird eine wesentliche Verbesserung der Spleißqualität erreicht. Zudem ist die Zahl der Spleiße, die als unzureichend bewertet werden und erneut hergestellt werden müssen, wesentlich geringer.

Wenn es möglich ist, Licht in die zu verspleißenden Lichtwellenleiter ein- bzw. auszukoppeln, kann auch mit dem in der DE 34 29 862 C1 vorgeschlagenen Verfahren die Spleißqualität während des Spleißvorgangs beeinflußt werden. Diese Beeinflussung betrifft jedoch nur die Justierung. Um auch andere Spleißparameter zu beeinflussen, genügt die durch Messung der übertragenen Lichtmenge erhaltene Information nicht. Durch die Beobachtung der Spleißzone der zu verspleißenden Lichtwellenleiter während des Spleißvorganges werden weitere Informationen zugänglich. Neben der Information, ob die Kerne fliehen, erhält man auch die Information ob die Kerne schmelzen, oder ob der Übergang zwischen den Lichtwellenleiter noch sichtbar ist und kann aus diesen und weiteren Informationen die Steuerung der Spleißparameter ableiten.

Die Beobachtung der Kerne der zu verspleißenden Lichtwellenleiter während dem Spleißvorgang, also wenn der Lichtbogen gezündet ist, wird durch den Einsatz von elektronischen oder optischen Filtern ermöglicht. Der Lichtbogen selbst kann dabei als Beobachtungslichtquelle dienen (siehe dazu P 39 39 497). Zur Beobachtung dient ein Kamerasystem, vorzugsweise eine hochauflösende CCD-Kamera. Diese kann mit einem Monitor zur visuellen Beobachtung verbunden sein. Während des Spleißvorganges werden Bilder, beispielsweise mit einer festen Abtastrate aufgenommen. Die Bilder werden von der kritischen Spleißzone aufgenommen. Die Auswertung der Bilder muß sehr schnell erfolgen, da sich die Spleißgüte sehr schnell verändert kann. Ist die Spleißqualität optimal und eine gewisse Mindestverschweißzeit um, so kann ein Spleißabbruch erfolgen. Eine Mindestverschweißzeit muß eingehalten werden, um einen festen Spleiß zu erhalten. Der Haupt-

bogenstrom kann erhöht oder die Spleißdauer kann verändert werden, falls die Spleißenergie keinen optimalen Spleiß erzeugt hat.

Bei dem beschriebenen Verfahren ist ein Erkennen von Kernversatz und somit auch eine Nachjustage der Lichtwellenleiter während des Spleißvorgangs möglich.

Die Spleißqualität kann aus den von der CCD-Kamera gewonnenen Bildern während des Spleißvorgangs aktuell bestimmt werden. Die Lage der Kerne der zu verspleißenden Lichtwellenleiter wird erfaßt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt.

**Fig. 1** zeigt ein Ablaufdiagramm eines Spleißverfahrens, in **Fig. 2** ist ein Aufbau eines Spleißgerätes schematisch dargestellt.

Das Spleißverfahren läuft wie folgt ab (**Fig. 1**): Zunächst müssen Vorarbeiten, wie das Schneiden und Abisolieren der Lichtwellenleiterenden, erfolgen. Die Lichtwellenleiterenden werden dann ins Spleißgerät eingelegt und vorjustiert. Die Feinjustage erfolgt meist automatisch. Ist die Justage gut, so wird der Lichtbogen gezündet. Während der Lichtbogen brennt, werden Bilder der Spleißzone aufgenommen. Während einer Taktperiode erfolgt die Auswertung der Bilder. Diese besteht beispielsweise aus einer Erfassung von Helligkeitsunterschieden und der Ermittlung der Kernlagen der zu verbindenden Lichtwellenleiter. Es folgt ein Vergleich mit den Minimalanforderungen. Dieser Vergleich kann mehrere Kriterien beinhalten. Dabei muß man zwischen reparablen Kriterien (Versatz < a, Übergang der Lichtwellenleiterenden sichtbar) und irreparablen Kriterien (Versatz > b, Kern verschmolzen), die unmittelbar zu einem Spleißabbruch führen, unterscheiden. Bei geringem Kernversatz kann man versuchen, die Lichtwellenleiter nachzusteuern. Ist der Versatz der Kerne kleiner als a, so hat man die Minimalanforderungen erreicht. Wenn der Übergang zwischen den Lichtwellenleiterenden sichtbar ist, so muß die Spleißenergie erhöht werden. Ist eine Änderung der Spleißparameter oder der Justierung vorgenommen worden und die irreparablen Kriterien sind erfüllt, so wird ein neues Bild aufgenommen und der Vorgang der Auswertung wird wiederholt. Sind alle Minimalanforderungen erfüllt, so kann der Spleißvorgang abgebrochen werden, wenn die Mindestspleißzeit um ist. Sonst wird ein neues Bild aufgenommen und der Vorgang wiederholt.

Ein Spleißgerät, mit dem das Verfahren durchgeführt werden kann, ist in **Fig. 2** dargestellt. Zwei Lichtwellenleiterenden 1, 1' liegen auf Vorrichtungen, von denen mindestens eine ein Verschiebetisch 2 ist. Der Verschiebetisch ist in den zur longitudinalen Achse des Lichtwellenleiters transversalen Richtungen verschiebbar, beispielsweise mittels eines Verstellmotors, der von der Verschiebetischsteuerung 3 gesteuert wird.

Es sind zwei Elektroden E1, E2 vorgesehen, die den Lichtbogen zum Verschweißen erzeugen und von einer Elektroden-Steuerung und -Stromversorgung 4 gesteuert bzw. versorgt werden. Die Lichtwellenleiterenden 1, 1' sind mit einer Kamera 5 beobachtbar, die im Takt eines Taktgebers 12 während des Spleißvorgangs Bilder aufnimmt. Die Bilder werden einer Auswerteeinheit 6 zugeführt. In dieser wird der schon oben beschriebene Auswertevorgang durchgeführt. Die Auswerteeinheit 6 umfaßt ein Modul zur Kernlage erfassung 7, in dem die Lage der Kerne der Lichtwellenleiterenden in bestimmten Bereichen erfaßt wird, eine Einheit 8 zur Feststellung der Abweichung der Lichtwellenleiter voneinander (Versatz, Winkel etc.), einen Speicher 9, in dem die Mini-

malanforderungen abgespeichert sind, eine Eingabeeinheit 10 für den Speicher 9 und einen Vergleicher 11. Im Vergleicher 11 werden die Minimalanforderungen mit den Abweichungen der Lage der Kerne verglichen und Änderungen der Spleißparameter werden bewirkt.

Dazu sind die Steuerungen 3 und 4 mit dem Vergleicher verbunden.

#### Patentansprüche

1. Spleißverfahren zum Lichtbogenverschweißen von Lichtwellenleiterenden, wobei die kritische Spleißzone während des Lichtbogenverschweißens mit einem Kamerasystem beobachtet wird und dabei aufgezeichnete Bilder bezüglich der Qualität des oder der Spleiße ausgewertet werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertung während des Lichtbogenverschweißens durchgeführt wird, und daß der weitere Spleißvorgang mittels der Ergebnisse der Auswertung gesteuert wird, indem eine Änderung der Spleißparameter oder eine Nachjustage der Lichtwellenleiterenden vorgenommen wird.
2. Spleißverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spleißvorgang mit einer festen Taktzeit aufgezeichnet wird.
3. Spleißverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertung eines Bildes innerhalb einer Taktperiode durchgeführt wird.
4. Spleißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Spleißvorgang abgebrochen wird, wenn die Auswertung eines Bildes ergibt, daß
  - a) die Spleißqualität unter die Minimalanforderungen gesunken ist, oder
  - b) die Spleißqualität über den Minimalanforderungen liegt und die Mindestverschweißzeit um ist.
5. Spleißverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es automatisch durchgeführt wird.
6. Spleißgerät, das eine Vorrichtung zum Justieren der Lichtwellenleiterenden (1, 1') mit einem Verschiebetisch (2) aufweist und das ein Beobachtungssystem mit einem Kamerasystem (5) zum Beobachten der Spleißzone und eine Auswerteeinheit (6) zur Auswertung der gewonnenen Bilder aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Taktgeber (12) vorgesehen ist, der die Taktzeit zur Aufzeichnung von Bildern angibt, daß in der Auswerteeinheit (6) innerhalb einer Taktperiode ein Ergebnis der Auswertung vorliegt und die Auswerteeinheit (6) mit einer Verschiebetischsteuerung (3) sowie einer Steuerung und Stromversorgung (4) der Elektroden (E1, E2) verbunden ist, um den weiteren Spleißvorgang zu steuern.
7. Spleißgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (6) einen Speicher (9) zum Abspeichern der Minimalanforderungen an die Spleißstelle aufweist.
8. Spleißgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Eingabeeinheit (10) für die Minimalanforderungen vorgesehen ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

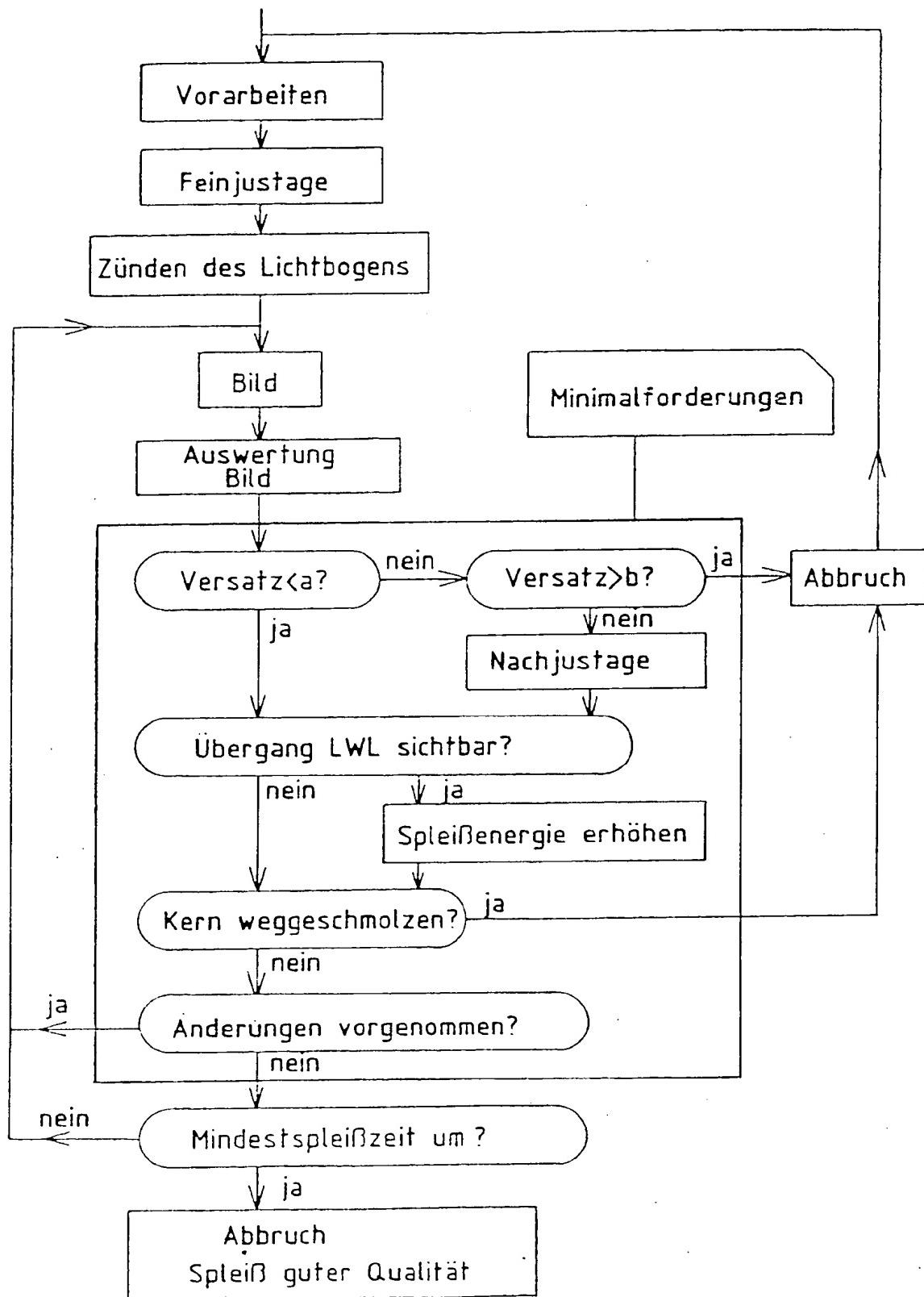


Fig.1

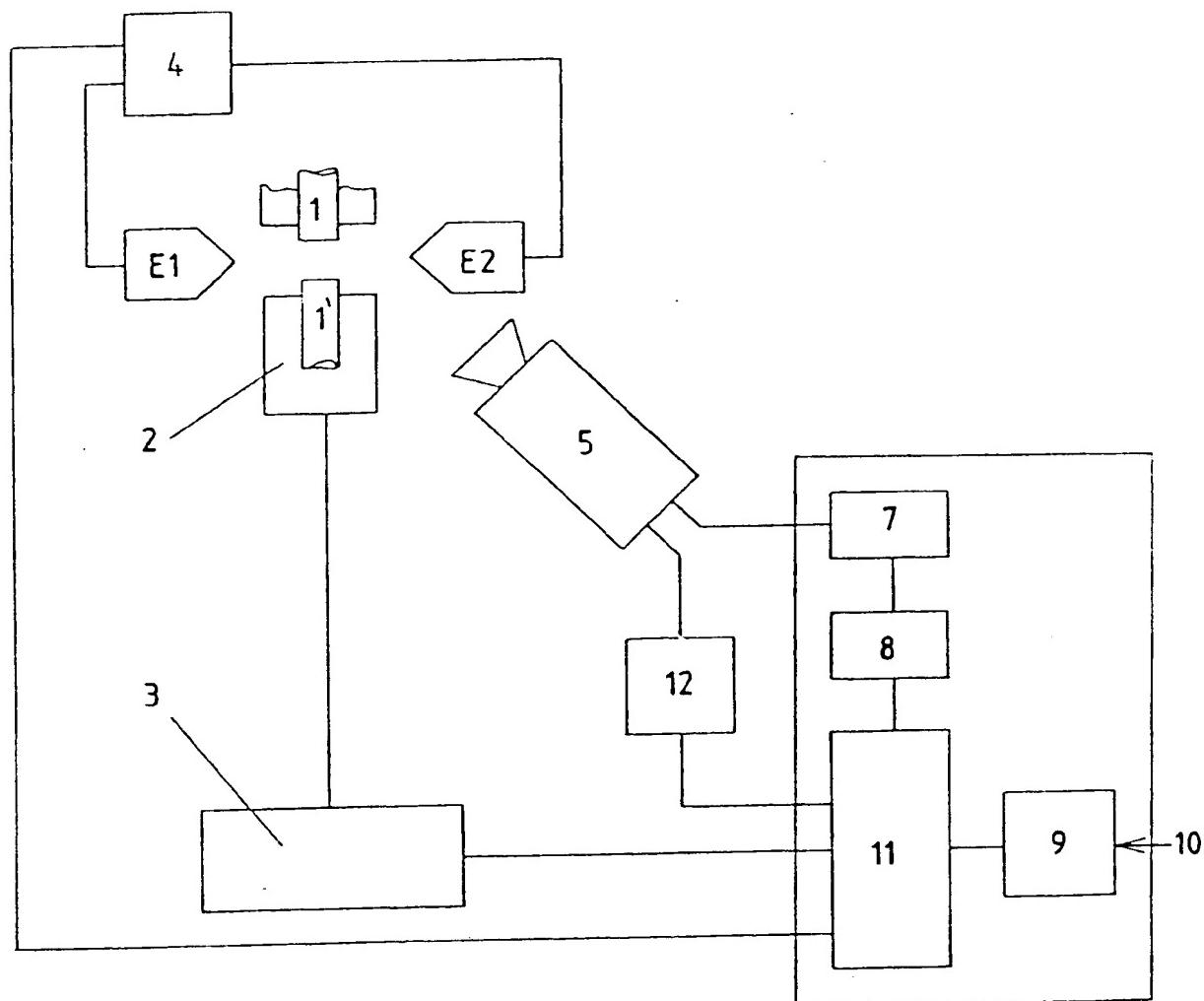


Fig.2